

A magnetic recording medium including an alignment control film of an L10 crystal structure, L21 crystal structure, f.c.c. crystal structure, or B2 (CsCl) crystal structure containing B formed on a substrate and a Co alloy magnetic film formed directly on the alignment control film or through an underlying film of Cr or a Cr alloy on the alignment control film, exhibiting a high coercive force, producing little noise, and not being influenced by thermal fluctuation. A magnetic storage device comprising a combination of such a magnetic recording medium, a driver for driving the magnetic recording medium in a recording direction, a magnetic head having a recording part and a reproducing part opposed to respective sides of the magnetic recording medium, means for moving the magnetic head relative to the magnetic recording medium, and a recording/reproduced signal processing means for processing the waveforms of the input/output signals to/from the magnetic head. By thus combining the magnetic recording medium and the magnetic head having an element exclusively used for reproduction making the use of magnetoresistance effect, a magnetic storage device having a recording density of more than 3 gigabits per square inches is provided.

基板上に L10 型結晶構造、L21 型結晶構造、f. c. c. 型結晶構造または B が含まれた B2 (CsCl) 結晶構造の配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくは Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜を形成した磁気記録媒体とする。この構造により、高保磁力、低ノイズでしかも熱揺らぎの影響が小さな媒体を実現できる。

さらに、この本発明の磁気記録媒体と、該磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、該磁気記録媒体のそれぞれの面に対向して配置された記録部と再生部からなる磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを前記磁気記録媒体に対して相対的に運動させる手段と、該磁気ヘッドに対する入力信号及び出力信号を波形処理する記録再生信号処理手段とを組み合わせた磁気記憶装置とする。本発明の磁気記録媒体と磁気抵抗効果を利用した再生専用の素子を有する磁気ヘッドとを組み合わせることによって、1 平方インチあたり 3 ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置が得られる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア 旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサウ		TT トリニダード・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ヲトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーゴスラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	

明 細 書

磁気記録媒体及び磁気記憶装置

5 技術分野

本発明は、磁気ディスク媒体等の磁気記録媒体及びこれらの磁気記録媒体を用いた磁気ディスク装置等の磁気記憶装置に関する。

背景技術

- 10 近年、磁気ディスク装置の著しい大容量・高記録密度化に伴い、磁気記録媒体上に形成される記録ビットの大きさは次第に減少している。1 平方インチあたり 3 ギガビット以上の超高密度記録を実現するためには、現状の媒体で対応することは難しく、媒体ノイズをさらに低減する必要がある。このためには、磁性膜の結晶粒径を小さくすることが重要である。しかし、磁性結
- 15 晶粒の微細化によって磁性粒の体積が極端に小さくなると、常温においても熱エネルギーの影響が顕著になり、記録磁化が減衰することが懸念される。実際、低ノイズ化した媒体において、225kFCI の密度で記録した情報が 96 時間後には 10% 以上も減衰することが Y. Hosoe 等によって報告されている (IEEE Trans. Magn.、33、pp. 3028-3030、September 1997)。
- 20 USP5、693、426 には、B2 (CsCl) 構造を有する配向制御膜を用い、この上に直接、あるいは Cr 下地膜を設け、さらにこの上に磁性膜を積層する磁気記録媒体が開示されている。
- また、特開平 7-21543 号には、例えば Cr 第一下地膜上に CrMo 合金第二下地膜を形成し下地膜を 2 層とすることが開示されている。しかし、特開平 7-
- 25 21543 号では基板に直接 Cr 第一下地膜を形成している。

発明の開示

b. c. c 結晶構造の下地膜上に h. c. p 結晶構造の磁性膜を形成すると磁性膜は(11.0)配向する。この場合磁性膜の磁化容易軸は膜面内に配向し、一つの下地膜の結晶粒の上に磁化容易軸が直交する複数の磁性膜の結晶粒が成長する構造(バイクリスタル構造)の磁性膜となる。磁性膜がバイクリスタル構造を持つと、磁性膜の結晶粒径の制御が難しく、極端に粒径の小さな結晶粒子ができてしまうため、熱揺らぎの影響を受け易く、再生出力が経時的に減少する。また、バイクリスタル構造を持つ磁性膜では粒子間に Cr 偏析が生じにくいため、磁性膜の粒子間相互作用が強なり、実効的な異方性エネルギーが減少し、保磁力を低下させる。このような現象は特に磁性膜の磁化を小さくした領域で顕著となり、残留磁束と磁性膜厚の積が $70\text{G}\cdot\mu\text{m}$ 以下では深刻な問題となる。

そこで、耐熱揺らぎ特性を向上するためにはバイクリスタル構造をとらない磁性膜とすることが必要である。そのための一つの手段は、磁性膜に隣接する b. c. c. 構造を有する Cr 等の下地膜を(211)配向させることである。しかし、一般に、スパッタリング等の薄膜作製手法によって、b. c. c. 構造を有する Cr 等の下地膜を基板に直接形成すると、稠密面である(110)が基板と平行になるように成長する。基板温度を高くする等により、成膜中基板に付着した粒子を活性化することで、準安定面である(100)配向する。(211)はさらに高い粒子エネルギーを必要とする配向であり、これを優先配向させることは非常に困難である。

前記 USP5、693、426 では、Cr 下地膜を(211)配向させるために、エピタキシャル成長の技術を応用した。すなわち、基板と Cr 下地膜の間に、NiAl 等の B2 型の結晶構造を有する配向制御膜を形成して(211)配向させ、この配向制御膜上に設けられる Cr 下地膜をエピタキシャル成長により(211)配向させている。図 2 に示すように、B2 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔と、Cr 下地膜が作る二次元格子、さらには磁性膜が作る二次元格子の格子間隔がい

ずれも同程度である。このように格子間隔が整合していることが下地膜を(211)、磁性膜を(10.0)に配向させるための重要なポイントである。

ここで、図2に示すように配向制御膜のB2構造は、b.c.c.と類似な結晶構造であるが、体心に位置する原子と立方体の隅に占める原子とが異なるものである。B2構造の配向制御膜を薄膜作製手法によって形成すると、粒子エネルギーが低いときにはb.c.c.の場合と同様に最も安定な面として(110)が配向する。しかし、粒子エネルギーを高くすると、b.c.c.の場合のように(100)は配向せず、(211)が配向する。

この理由は次のように考えられる。B2構造を持った材料が(100)配向するためには、例えば一層目はNi原子のみ、二層目はAl原子のみと、各層が単一の原子だけで構成される必要があり、NiとAlの原子が混在して基板に飛来してくる状況下において、(100)配向は難しい。一方、(110)及び(211)が配向したとき、各々の面の二次元格子を考えると、その基本格子(二次元のユニットセル)内のNiとAl原子の構成比率は1:1であり、ターゲット組成に一致している。そのため、B2構造を持った配向制御膜は、粒子エネルギーが低いときには最も安定な面として(110)配向し、次に安定な面として(211)配向すると考えられる。

従って、USP5,693,426に開示される磁気ディスク媒体は、磁性膜の結晶粒を非バイクリスタル構造となり、耐熱揺らぎ性能を向上することができる。しかしながら、h.c.p.結晶構造を有する磁性膜は、その結晶の磁化容易軸であるc軸の膜面内への配向性が悪くなるため、保磁力が減少し、記録再生特性において十分な分解能が得られない。また、下地膜の結晶粒が大きくなるため、磁性膜の結晶粒径までも大きくなり、磁性結晶粒径の増大により媒体ノイズが増加される。

そこで、以上の問題を解決するために、本発明の第一の目的は、耐熱揺らぎ特性に優れ、低ノイズの面内磁気記録媒体を提供することにある。

本発明の第二の目的は、1 平方インチあたり 3 ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置を提供することである。

上記目的は、磁性膜を非バクテリヤ結晶構造とし、さらに磁性膜の結晶粒径を微細化することにより実現できる。

- 5 具体的には、基板上に少なくとも Ti を 35at. %以上 65at. %以下、Al を 35at. %以上 65at. %以下含む配向制御膜を設け、この配向制御膜上に Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜を形成した磁気記録媒体とすることにより実現できる。上記配向制御膜が実質的に L10 型 (AuCu I 型) の結晶構造を有することが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上で好ましい。
- 10 L10 型の結晶構造は f. c. c. によく似た構造であり、側面の面心に配置された原子が他の原子と種類が異なる。L10 型の結晶構造を有する材料としては、TiAl、NiZn、AuCu、FePd、NiMn が挙げられるが、状態図等から判断して、TiAl を用いることが現実的である。

- 15 または、基板上に少なくとも A 群 (Ni、Co) から選ばれた元素を 30 から 60at. %と、Al を 20 から 30at. %と、B 群 (Ti、Zr) から選ばれた元素を 20 から 30at. %含む配向制御膜を設け、この配向制御膜上に Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜を形成した磁気記録媒体とすることにより実現できる。上記配向制御膜が実質的に L21 型 (Cu₂AlMn 型) の結晶構造を有することが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上で好ましい。

- 20 L21 型の結晶構造は B2 型の結晶構造と同様に、体心の位置に占める原子と隅に配置する原子が異なる立方体を 4 つ組み合わせることで構成される。しかし、B2 型の結晶構造とは異なり、体心の原子の種類は二種類あり、隣接する立方体の体心に占める原子が異なるように配置される。L21 型の結晶構造を有する材料としては、Ni₂AlTi、Ni₂AlZr、Co₂AlTi、Co₂AlZr 等が挙げられる。

- 25 また、基板上に Al、Cu、Rh、Pd、Ag、Ir、Pt、Au から選ばれた少なくとも 1 種の元素を 70at. %以上含む配向制御膜を設け、この配向制御膜上に Cr ある

いは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜を形成した磁気記録媒体とすることにより実現できる。上記配向制御膜が実質的に f. c. c. 型の結晶構造を有することが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上で好ましい。

- 5 また、基板上に少なくとも B を添加した B2 (CsCl) 構造を有する配向制御膜を設け、この配向制御膜上に Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜を形成した磁気記録媒体とすることにより実現できる。上記配向制御膜に添加される B の濃度を、0.05at.%以上 15at.%以下とすることが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上で好ましい。B2 型の結晶構造を
- 10 有する材料を基本として、B を 0.05at.%以上 15at.%以下添加すると配向制御膜内の結晶粒界に B が析出し、結晶粒を微細化する。B の添加量が若干多い場合には、結晶粒界には B 以外にも、B2 配向制御膜に含まれる金属原子が存在するが、その領域はアモルファス状態となり、実質的に結晶質で構成される個々の粒径は減少する。配向制御膜内の結晶質の部分が実質的に B2 構造を
- 15 保ってさえすれば、我々の意図する Cr あるいは Cr 合金を (211) 配向させる効果は損なわない。結晶質の部分を B2 構造に保つためには、B の添加量を 15at.%以下とする必要があり、これ以上添加すると、磁性膜の磁化容易軸も膜面内配向性が劣化する。一方、B 添加量が 0.05at.%以下と少ない場合には、結晶粒微細化の効果は期待できない。B2 (CsCl) 構造を有する配向制御膜内の結
- 20 晶質の部分は、Al-Co、Al-Fe、Al-Ni、Al-Pd、Co-Ga、Co-Fe、Co-Ti、Cu-Pd、Cu-Zn、Ga-Ni、Ga-Rh、Ru-Si から選ばれた、少なくとも 1 種を含む合金によって構成されることが、この上に形成される Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を (211) 配向させる上で好ましい。

- 25 なお、X 線回折装置を使った $\theta-2\theta$ スキャン法によって、基板と平行な面に磁性膜の (10.0) は検出されるが、(11.0) は検出されないことを確認した (但し、若干の (00.2)、(10.1) を含む場合はある)。以上のように、基板と

下地膜の間に本願発明の配向制御膜を設けると、下地膜の優先配向面が変わるだけでなく、磁性膜の微細構造までも変化することがわかる。

- 前記磁性膜が少なくとも 15at. %以上 25at. %以下の Cr と、4at. %以上 25at. %以下の Pt を含むことが媒体の高保磁力、低ノイズ化する上で好ましい。さらに低ノイズ化のために Ta、Ti、Nb を添加する場合、これらの元素の合計濃度を 8at. %以下とすることが、磁性膜の非磁性化を防止する上で重要である。磁性膜組成の内、少なくとも Co は 62at. %以上である必要がある。Co 濃度が 62at. %以下となると残留磁束密度の低下が著しく、媒体から漏洩する磁束が減少し、磁気ヘッドでの信号の読み出しが困難となる。
- 10 b. c. c. 構造を有する下地膜の上に、h. c. p. 構造を有する磁性膜をエピタキシャル成長させると、異種の結晶構造の粒子を強引に結晶成長させるため、磁性膜の結晶成長の初期段階で、欠陥が導入されたり、微細な磁性結晶粒が生成される。このような欠陥や微細な粒子は熱揺らぎの影響を強く受け易く、信号を記録した後、時間と共に再生出力が減少していく割合が大きくなる。
- 15 この影響をできるだけ小さく押さえるために、下地膜と磁性膜の間に非磁性の h. c. p. 構造を有する中間膜を挿入することが好ましい。この非磁性 h. c. p. 中間膜が、b. c. c. 下地膜との界面で生じる欠陥や微細な粒子を吸収し、磁性膜には悪影響を及ぼさない。この非磁性 h. c. p. 中間膜の材料としては、Co に少なくとも Cr を 25at. %以上添加したものをを用いることが好ましい。
- 20 また、上記本発明の面内磁気記録媒体と、該面内磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部からなる磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを前記面内磁気記録媒体に対して相対的に運動させる手段と、該磁気ヘッドに対する入力信号及び出力信号を波形処理する記録再生信号処理手段とを含む磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部を磁気抵抗効果型の素子で
- 25 構成することによって、1 平方インチあたり 3 ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置を達成することができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明による L10 型結晶構造を有する配向制御膜の結晶構造モデルを示す図である。

- 5 図 2 は、B2 型結晶構造を有する配向制御膜を有する媒体のエピタキシャル関係を示す図である。

図 3 は、本発明による磁気記録媒体の一実施例の断面模式図である。

図 4 は、磁気抵抗効果を利用した素子を備える磁気ヘッドの構造を示す模式図である。

- 10 図 5 は、磁気抵抗効果センサを示す構造図である。

図 6 は、スピンバルブ型磁気抵抗効果センサを示す構造図である。

図 7 は、磁気記憶装置を示す模式図である。

図 8 は、磁気特性と媒体ノイズを比較する図である。

図 9 は、磁性膜(10.0)回析強度を比較する図である。

- 15 図 10 は、磁気特性と媒体ノイズを比較する図である。

図 11 は、磁性膜(10.0)回析強度を比較する図である。

図 12 は、本発明による L21 型結晶構造を有する配向制御膜の結晶構造モデルを示す図である。

図 13 は、磁気特性と媒体ノイズを比較する図である。

- 20 図 14 は、磁性膜(10.0)回析強度を比較する図である。

図 15 は、本発明による f.c.c 型結晶構造を有する配向制御膜の結晶構造モデルを示す図である。

図 16 は、磁気特性と媒体ノイズを比較する図である。

図 17 は、磁性膜(10.0)回析強度を比較する図である。

- 25 図 18 は、本発明による磁気記録媒体の B 添加濃度とノイズの関係を
示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

〔実施例 1〕

5 本発明の実施例 1 における磁気ディスク媒体の断面図を図 3 に示す。

以下に、本実施例における磁気ディスク媒体の作製方法を述べる。

外径 65mm ϕ のガラス基板 30 に、基板温度 270℃、Ar ガス圧力 2.0mTorr、投入電力密度 0.7W/cm² とする成膜条件で、DC マグネトロンスパッタリング法で Ti-50at.%Al 配向制御膜 31、31' を 100nm 形成した。次いで、同成膜条件の
10 下、Cr 第一下地膜 32、32' を 20nm、Cr-30at.%Mo 第二下地膜 33、33' を 20nm 形成し、Co-20at.%Cr-12at.%Pt-1.5at.%Ti 磁性膜 34、34' を 20nm 順次成膜した。最後に、C 保護層 35、35' として C を 5nm 形成した。ここで、元素の前に付した数字は各元素の濃度を示す。

また、比較例 1 として、Ti-50at.%Al 配向制御膜 31、31' の代わりに、Ni-
15 50at.%Al 配向制御膜を形成した磁気ディスク媒体を作製した。実施例 1 の磁気ディスク媒体に用いた配向制御膜の結晶構造は L10 であるのに対し、比較例 1 の磁気ディスク媒体に用いた配向制御膜の結晶構造は B2 構造である。図 8 に実施例 1 と比較例 1 の面内に測定した磁気特性と媒体ノイズを示す。

媒体ノイズは 250kFCI の信号を記録した時の値であり、実施例 1 の値を 1 と
20 して比較例 1 の値は相対値で示した。本実施例の磁気ディスク媒体の方が保磁力 (Hc) が高く、媒体ノイズが低いことがわかる。また、保磁力角型比 (S*) も本実施例の媒体の方が高く、分解能が良好となることが予想される。

図 9 に X 線回折で、CoCrPt 磁性膜の (10.0) 回折強度を測定した結果を示す。本実施例の磁気ディスク媒体を 1 として相対値で示した。この値が大きいほ
25 ど、磁性膜の磁化容易軸が面内に配向している。本実施例の回折強度の方が強く、磁化容易軸が面内に配向している磁性粒子の数が多いことがわかる。

また、実施例 1、比較例 1 の磁気ディスク媒体共に、CoCrPt 磁性膜の(11.0) 回折は得られず、磁性膜の結晶粒は非バイクリスタル構造となっていることが予想される。

また、本実施例 1 で用いた磁気ディスク媒体の配向制御膜に B を 10at.% 添加
5 したところ、媒体ノイズが 1 割減少した。これは、配向制御膜内で B が結晶粒界に偏析して、粒径が微細化したためと考えられる。

また、L10 型の結晶構造を有する材料としては、TiAl、NiZn、AuCu、FePd、NiMn が挙げられるが、状態図等から判断して、TiAl を用いることが現実的である。

10 本実施例 1 における L10 配向制御膜を用いて、この上に形成される Cr 下地膜を(211)配向させるためには、図 1 に示すように、この配向制御膜を(101)、あるいは(011)配向させる必要がある。L10 構造は tetragonal 構造であるため、(110)は(101)及び(011)と等価ではない。(110)配向したときの二次元格子は、例えば一層目は Ti 原子のみ、二層目は Al 原子のみと、各層が単一の
15 原子だけで構成される必要があり、Ti と Al の原子が混在して基板に飛来してくる状況下において、この配向は難しい。一方、(101)あるいは(011)配向したときの二次元格子内の原子構成比率は、ターゲット組成と基本格子内の元素構成比率に一致し、容易に所望の配向が実現できる。

L10 配向制御膜が(101)あるいは(011)配向したときの、二次元格子の格子間
20 隔は、(211)配向した Cr 下地膜、(10.0)配向した磁性膜が作る二次元格子の格子間隔とほぼ同程度となり、Cr 下地膜は(211)、磁性膜は(10.0)がエピタキシャル成長する。このため、磁性膜の結晶粒は非バイクリスタル構造となり、耐熱揺らぎ特性に優れた媒体となる。

L10 型結晶構造の配向制御膜を実現するには、Ti と Al を元素比で 1:1 含むこ
25 とが好ましい。膜組成としては、Ti を 35at.%以上 65at.%以下、Al を 35at.%以上 65at.%以下含むことが好ましい。実際にスパッタリング等で L10 配向制

- 御膜を形成すると、元素比通りのターゲットを用いても組成ずれが起こり、L10 型の結晶構造に多少の欠陥、乱れが入るが、それ程問題にはならない。
- さらに、L10 型の結晶構造を有する材料である TiAl、NiZn、AuCu、FePd、NiMn に他の元素を 30at.%以下添加して配向制御膜を構成し、この添加元素を結晶
- 5 粒界に析出させて L10 型結晶構造の結晶粒を微細化することも可能である。
- 添加元素が結晶粒界に析出する場合、その領域はアモルファス状態となるため、L10 型の結晶粒子が我々が目的とする Cr (211) 配向を損なうことはない。
- 特に添加元素として B を添加した場合、結晶粒界に B が偏析し易く、配向制御膜内の結晶粒子が微細化する。このため、配向制御膜上に形成する磁性膜
- 10 の結晶粒子が微細化し、磁気ディスク媒体が低ノイズ化される。配向制御膜内の結晶粒子が実質的に L10 構造を保ってさえすれば、我々の意図する効果が期待できるため、添加元素の種類は特に問わない。但し、結晶粒子を L10 構造に保つためには、添加元素を配向制御膜全体の組成の 30at.%以下とする必要がある。
- 15 また、本実施例における配向制御膜内の L10 型結晶構造の結晶粒子は Ti を多量に含んでおり、Ti は結晶粒子を微細化する。このため、配向制御膜上に形成する磁性膜の結晶粒子が微細化し、磁気ディスク媒体の低ノイズ化に有効である。
- これまで本実施例では、L10 配向制御膜と磁性膜の間に Cr 下地膜を設けた場合について説明してきた。しかしながら、図 1 に示す L10 配向制御膜が作る
- 20 二次元格子の格子間隔と、磁性膜が作る二次元格子の格子間隔が同程度であることから、L10 配向制御膜の上に直接磁性膜を形成しても問題はない。但し、Cr 下地膜を設けた場合に比べると、磁性膜の磁化容易軸の膜面内への配向性が若干劣化し、保磁力の低下や媒体ノイズの増大を招くことがある。
- 25 磁気ディスク媒体の高保磁力化及び低ノイズ化を目的に、一般には磁性膜には Pt、Ta、Ti、Nb 等の元素を添加する。この場合、h.c.p. 構造を有する

- 磁性膜の格子定数は大きくなり、磁性膜の(10.0)面が作る二次元格子の格子間隔は大きくなる。そのため、磁性膜と L10 配向制御膜との格子整合性、あるいは磁性膜と Cr 下地膜との格子整合性が劣化するため、下地膜を合金化して格子定数を大きくする必要がある。Cr と 5at.%以上 50at.%以下の Ti、Cr
- 5 と 5at.%以上 100at.%以下の Mo、あるいは Cr、Mo、Ti からなる下地膜とすることが磁性膜の磁化容易軸の面内配向性を高める上で特に好ましい。但し、下地膜の結晶構造が b. c. c. であることが重要である。上記合金下地膜に用いられる Cr と Mo の合金はバルクの金属の状態図から見ても全率固溶の関係にあり、その合金の結晶構造は常に b. c. c. であるため、任意の格子間隔を持つ
- 10 結晶を作製する上で扱いが容易で特に好ましい。また、Cr と Ti の合金を用いると下地膜の結晶粒を小さくでき、その上に成長する磁性膜の結晶粒径も小さくすることができるため、低ノイズ化の点で特に好ましい。しかし、Cr-Ti 合金は Ti が h. c. p. の結晶構造を有するため、Cr-Ti 合金下地膜の組成の内、Ti は全体の 50at.%以下とする必要がある。Cr、Mo、Ti からなる下地膜は上
- 15 記 Cr-Mo、Cr-Ti の性質をそれぞれの元素の濃度に応じて引き継いだものとなる。下地膜に Cr、Mo、Ti 以外の元素を使う場合には、Nb、Ta、W を用いることが好ましく（但し、Cr、Mo、Ti に比べると若干特性が劣る）、これ以外の元素を使うと、結配向性が乱れたり、結晶粒径が肥大化して、保磁力の低下や媒体ノイズの増大を招き、好ましくない。
- 20 前記下地膜が基板に近い側から順に、Cr を含む第一下地膜、Cr、Nb、Mo、Ta、W、Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層構造の下地膜とすることが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上でさらに好ましい。我々の実験結果から、L10 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔に比べて著しく大きな二次元格子を有する Cr 合金下地膜を L10 配向制
- 25 御膜上に直接形成すると、L10 配向制御膜と下地膜の格子整合性が劣化して下地膜の結晶配向性が悪くなり、さらに磁性膜の結晶配向性まで劣化するこ

とが判明した。そこで、L10 配向制御膜の上にはCr 第一下地膜を設け、さらにこの上に Cr よりも大きな格子定数を有する第二下地膜を設ける二層構造の下地膜としたところ、さらなる特性改善が確認された。

前記実施例 1 の磁気記録媒体は、図 4 に一例を示すような磁気抵抗効果を利用した再生専用のセンサを備える磁気ヘッドを用いることによって、その性能が十分に活かされる。

この磁気ヘッドは、一对の記録磁極 40、41 とコイル 42 からなる誘導型薄膜磁気ヘッドを記録用磁気ヘッドとして備えており、再生用の磁気ヘッドの磁気シールドも兼ねる磁極 41 とこれに対向する磁気シールド層 45 と磁気抵抗効果センサ 43 と電極となる導体層 44 とからなる磁気抵抗効果型ヘッドを再生用磁気ヘッドとして備えている。記録磁極間のギャップ層厚は $0.3 \mu\text{m}$ とした。また、磁極 41 と磁気シールド層 45 とは共に厚さ $1 \mu\text{m}$ であり、このシールド層間距離は $0.25 \mu\text{m}$ である。この磁気ヘッドは磁気ヘッドスライダ基体 46 上に設けられている。尚、図 4 ではシールド層と磁気抵抗効果センサ間のギャップ層及び記録磁極間のギャップ層は省略してある。

ここで、磁気抵抗効果センサ 43 の詳細な断面構造を図 5 に示す。磁気抵抗効果センサ 43 は信号検出領域 50 と信号検出領域 50 の両端にテーパ形状に加工されたテーパ部 55 とがある。磁気抵抗効果センサ 43 は、酸化 Al のギャップ層 51 上に順次形成された横バイアス層 52、分離層 53、磁気抵抗強磁性層 54 からなる。磁気抵抗強磁性層 54 には 20nm の NiFe 合金を用いた。横バイアス層 52 には 25nm の NiFeNb を用いたが、NiFeRh 等の比較的電気抵抗が高く軟磁気特性の良好な強磁性合金であっても構わない。横バイアス層 52 は磁気抵抗強磁性層 54 を流れるセンス電流が作る磁界によってこの電流と垂直な膜面内方向（横方向）に磁化され、磁気抵抗強磁性層 54 に横方向のバイアス磁界を印加する。これにより、磁気ディスク媒体からの漏洩磁界に対して線形な再生出力が得られる磁気抵抗効果センサとなる。磁気抵抗強磁性

層 54 からのセンス電流の分流を防ぐ分離層 53 には、比較的電気抵抗が高い Ta を用い、膜厚は 5nm とした。磁気抵抗効果センサ 43 のテーパー部 55 上には、磁気抵抗強磁性層 54 を単磁区化するための永久磁石層 56 と、その上に形成された信号を取り出すための一対の電極 57 が形成される。永久磁石層 56 は保磁力が高く磁化方向が容易に変化しないことが重要であり、CoCr、CoCrPt 合金等が用いられる。

また、磁気抵抗効果センサ 43 には、図 6 に示すようなスピバルブ型を用いると、より大きな出力が得られるため好ましい。磁気抵抗効果センサ 43 は、信号検出領域 60 とテーパー部 67 とからなり、酸化 Al のギャップ層 61 上に 5nm の Ta バッファ層 62、7nm の第一の磁性層 63、1.5nm の Cu 中間層 64、3nm の第二の磁性層 65、10nm の Fe-50at%Mn 反強磁性合金層 66 が順次形成された構造である。第一の磁性層 63 には Ni-20at%Fe 合金を用い、第二の磁性層 65 には Co を用いた。反強磁性合金層 66 からの交換磁界により第二の磁性層 65 の磁化は一方向に固定されている。これに対し、第二の磁性層 65 と非磁性の中間層 64 を介して接する第一の磁性層 63 の磁化方向は磁気記録媒体からの漏洩磁界により変化する。このような二つの磁性層の磁化の相対的な方向の変化に伴い、第一の磁性層 63、中間層 64、第二の磁性層 65 の 3 つの膜全体の抵抗に変化が生じる。この現象はスピバルブ効果と呼ばれる。尚、図 5 における通常の磁気抵抗効果センサの場合と同様に、テーパー部 67 上に永久磁石層 68 とその上に形成された信号を取り出すための一対の電極 69 とが形成される。

本実施例では図 6 に示すこのスピバルブ効果を利用した磁気抵抗効果センサ 43 を用いたスピバルブ型磁気ヘッドを用いた。

さらに、本実施例における磁気ディスク媒体と磁気ヘッドを適用した磁気記憶装置の一例を図 7 に示す。磁気記憶装置の上面図を図 7(a)に、その AA' 線断面図を図 7(b)に略示する。

磁気ディスク媒体は面内磁気記録媒体 70 であり、磁気記録媒体駆動部 71 に連結する保持具によって保持され、面内磁気記録媒体 70 のそれぞれの面に対向して、図 4 に略示する磁気ヘッド 72 が配置される。磁気ヘッド 72 は浮上高さ $0.05 \mu\text{m}$ 以下で安定低浮上させ、さらに $0.5 \mu\text{m}$ 以下のヘッド位置決め精度で所望のトラックに磁気ヘッド駆動部 73 により駆動される。磁気ヘッド 72 によって再生した信号は、記録再生信号処理系 74 によって波形処理される。記録再生信号処理系 74 は増幅器、アナログ等化器、AD コンバータ、デジタル等化器、最尤復号器等で構成されている。磁気抵抗効果を利用した磁気ヘッドの再生波形は、磁気ヘッドの特性により正と負の大きさが非対称となったり、記録再生系の周波数特性の影響を受けたりして、記録した信号とは異なった信号に読み誤られることがある。アナログ等化器は再生波形を整えて、これを修復する機能を有する。この修復された波形を AD コンバータを通してデジタル変換し、デジタル等化器によってさらに波形を整える。最後にこの修復された信号を最尤復号器によって、最も確からしいデータに復調する。以上の構成の再生信号処理系によって、極めて低いエラーレートで信号の記録再生が行われる。なお、等化器や最尤復号器は既存のものをを用いても構わない。

以上のように磁気記憶装置を本実施例の構成にすることによって、1 平方インチあたりの記録密度を 3 ギガビット以上に対応することができ、従来の磁気記憶装置に比べ 3 倍以上の記憶容量を持った高密度磁気記憶装置を実現することができた。また、記録再生信号処理系から最尤復号器を取り除き、従来の波形弁別回路に変えた場合にも従来に比べ 2 倍以上の記憶容量を持った磁気記憶装置を実現することができた。

以上の実施例では、磁気ディスク媒体とそれを用いた磁気記憶装置について述べてきたが、本発明は片面のみに磁性層を有するテープ状、カード状の磁気記録媒体、及びそれら磁気記録媒体を用いた磁気記憶装置にも適用でき

ることは言うまでもない。

さらに、磁気ディスク媒体の作製方法に関しても DC マグネトロンスパッタリング法に限らず、ECR スパッタリング法、イオンビームスパッタリング法、真空蒸着法、プラズマ CVD 法、塗布法、メッキ法等如何なる手法を用いても

5 構わない。

[実施例 2]

本発明の実施例 2 における磁気ディスク媒体の構造及びその作製方法を述べる。

図 3 に示す実施例 1 と同様に、外径 65mm ϕ のガラス基板 30 に、基板温度

10 270℃、Ar ガス圧力 2.0mTorr、投入電力密度 0.7W/cm² とする成膜条件で、DC マグネトロンスパッタリング法で Ni-25at.%Al-25at.%Ti 配向制御膜 31、31' を 100nm 形成した。次いで、同成膜条件の下、Cr 第一下地膜 32、32' を 20nm、Cr-30at.%Mo 第二下地膜 33、33' を 20nm 形成し、Co-20at.%Cr-12at.%Pt-1.5at.%Ti 磁性膜 34、34' を 20nm 順次成膜した。最後に、C 保護層 35、35' と

15 して C を 5nm 形成した。ここで、元素の前に付した数字は各元素の濃度を示す。

また、比較例 2 として、Ni-25at.%Al-25at.%Ti 配向制御膜 31、31' の代わりに、Ni-50at.%Al 配向制御膜 31、31' を形成した媒体作製した。本実施例の媒体に用いた配向制御膜の結晶構造は L21 であるのに対し、比較例 1 の媒体に

20 は B2 構造の配向制御膜を用いた。

図 10 に本実施例 2 と比較例 2 の面内に測定した磁気特性と媒体ノイズを示す。媒体ノイズは 250kFCI の信号を記録した時の値であり、実施例 2 の値を 1 として比較例 2 の値は相対値で示した。本実施例の媒体の方が保磁力 (Hc) が高く、媒体ノイズが低いことがわかる。また、保磁力角型比 (S*) も本実

25 施例の媒体の方が高く、分解能が良好となることが予想される。

図 11 に X 線回折で、CoCrPt 磁性膜の (10.0) 回折強度を測定した結果を示す。

- 本実施例の媒体を 1 として相対値で示した。この値が大きいほど、磁性膜の磁化容易軸が面内に配向している。本実施例の回折強度の方が強く、磁化容易軸が面内に配向している磁性粒子の数が多いことがわかる。また、実施例 2、比較例 2 の磁気ディスク媒体共に、CoCrPt 磁性膜の (11.0) 回折は得られず、磁性膜の結晶粒は非バイクリスタル構造となっていることが予想される。
- また、配向制御膜 31、31' を Ni-25at.%Al-25at.%Zr、Co-25at.%Al-25at.%Ti、Co-25at.%Al-25at.%Zr と変えても比較例 1 に比べて良好な結果が得られた。
- 本実施例の媒体において、Ti を含む L21 構造を持つ配向制御膜を用いた媒体は、Zr を含む L21 構造を持つ配向制御膜を用いた媒体に比べて、媒体ノイズが 1 割ほど低く検出された。一方、保磁力に関しては、Zr を含む L21 構造を持つ配向制御膜を用いた媒体の方が、1 から 2 割高いという結果が得られた。
- さらに、実施例 2 で用いた磁気ディスク媒体の配向制御膜に B を 10at.% 添加したところ、媒体ノイズが 1 割減少した。これは、配向制御膜内で B が結晶粒界に偏析して、粒径が微細化したためと考えられる。
- L21 型の結晶構造は B2 と同様に、体心の位置に占める原子と隅に配置する原子が異なる立方体を 4 つ組み合わせることで構成される。しかし、B2 とは異なり、体心の原子の種類は二種類あり、隣接する立方体の体心に占める原子が異なるように配置される。L21 型の結晶構造を有する材料としては、 Ni_2AlTi 、 Ni_2AlZr 、 Co_2AlTi 、 Co_2AlZr 等が挙げられる。ここで、元素の後に付した数字は基本格子内に含まれる元素の構成比率を表し、例えば Ni_2AlTi は、Ni が 8 個の原子、Al と Ti が 4 個の原子によって基本格子が構成され、原子の構成比率は $\text{Ni}:\text{Al}:\text{Ti}=8:4:4=2:1:1$ となる。
- 本発明の L21 配向制御膜を用いて、この上に形成される Cr 下地膜を (211) 配向するためには、この配向制御膜を B2 と同様に (211) 配向させる必要がある。
- 図 1 に示すように、L21 配向制御膜が (211) 配向したときの二次元格子内の原子構成比率は、ターゲット組成と基本格子内の元素構成比率に一致し、B2 配

向制御膜と同様に、容易に(211)配向が実現できる。L21 配向制御膜が(211)配向したときの、二次元格子の格子間隔は、図 12 に示した(211)配向した Cr 下地膜、(10.0)配向した磁性膜が作る二次元格子の格子間隔とほぼ同程度である。このため、Cr 下地膜は(211)、磁性膜は(10.0)がエピタキシャル成長
5 し、磁性膜の結晶粒は非バイクリスタル構造となり、耐熱揺らぎ特性に優れた媒体となる。

L21 型の結晶構造を実現するには、Ni もしくは Co を元素比で 2、Al を 1、Ti
あるいは Zr を 1 含むことが好ましい。膜組成としては、Ni もしくは Co を 30
から 60at.%と、Al を 20 から 30at.%と、Ti あるいは Zr を 20 から 30at.%含
10 むことが好ましい。元素比と膜組成の若干の違いは、実際にスパッタリング
等で膜を形成する際に、元素比通りのターゲットを用いても多少の組成ずれ
が生ずるためである。この場合、L21 型の結晶構造に多少の欠陥、乱れが入
るが、問題にはならない。さらに、この L21 型の結晶構造を有する材料を基
本として、他の元素を 30at.%以下添加し、それを配向制御膜内の結晶粒界に
15 析出させて、結晶粒を微細化することも可能である。添加する元素が結晶粒
界に析出する場合、その領域はアモルファス状態となるため、我々が目的と
する Cr(211)配向を損なうことはない。配向制御膜内の結晶質の部分が実質
的に L21 構造を保ってさえすれば、我々の意図する効果が期待できるため、
添加する元素の種類は問わない。但し、結晶質の部分を L21 構造に保つため
20 には、添加する元素を配向制御膜全体の組成の 30at.%以下とする必要がある。
添加する元素として、特に B は結晶粒界に偏析し易く、結晶粒の微細化、す
なわち低ノイズ化に有効である。また、上述した L21 配向制御膜の材料は Ti、
あるいは Zr のいずれかを含む。Ti や Zr は結晶粒を微細化し、媒体の低ノイ
ズ化に有効である。特に、Ti は結晶粒微細化の効果が著しく、低ノイズ化の
25 上で有効である。一方、Zr は結晶粒の微細化にも効果はあるが、それよりも
Cr(211)配向性を向上させる効果に優れ、再生出力を高める上で好ましい。

これまで、L21 配向制御膜と磁性膜の間に Cr 下地膜を設けた場合について説明してきた。しかしながら、図 1 2 に示す L21 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔と、磁性膜が作る二次元格子の格子間隔が同程度であることから、L21 配向制御膜の上に直接磁性膜を形成しても問題はない。但し、Cr 下地膜を設けた場合に比べると、磁性膜の磁化容易軸の膜面内への配向性が若干劣化し、保磁力の低下や媒体ノイズの増大を招くことがある。

媒体の高保磁力化、及び低ノイズ化を目的に、一般には磁性膜には Pt、Ta、Ti、Nb 等の元素を添加する。この場合、h. c. p. 構造を有する磁性膜の格子定数は大きくなり、磁性膜の (10. 0) 面が作る二次元格子の格子間隔は大きくなる (図 2 では Co の格子定数を例に記述してある)。そのため、磁性膜と L21 配向制御膜との格子整合性、あるいは Cr 下地膜との格子整合性が劣化するため、下地膜を合金化して格子定数を大きくする必要がある。Cr と 5at. % 以上 50at. % 以下の Ti、Cr と 5at. % 以上 100at. % 以下の Mo、あるいは Cr、Mo、Ti からなる下地膜とすることが、磁性膜の磁化容易軸の面内配向性を高める上で特に好ましい。但し、下地膜の結晶構造が b. c. c. であることが重要である。上記合金下地膜に用いられる Cr と Mo の合金はバルクの金属の状態図から見ても全率固溶の関係にあり、その合金の結晶構造は常に b. c. c. であるため、任意の格子間隔を持つ結晶を作製する上で、扱いが容易で特に好ましい。また、Cr と Ti の合金を用いる場合には、下地膜の結晶粒を小さくし、その上に成長させる磁性膜の結晶粒径も小さくすることができるため、低ノイズ化の点で特に好ましい。しかし、Cr-Ti 合金は Ti が h. c. p. の結晶構造を有するため、下地膜の組成の内、Ti は全体の 50at. % 以下とする必要がある。Cr、Mo、Ti からなる下地膜は上記 Cr-Mo、Cr-Ti の性質をそれぞれの元素の濃度に応じて引き継いだものとなる。下地膜に Cr、Mo、Ti 以外の元素を使う場合には、Nb、Ta、W を用いることが好ましく (但し、Cr、Mo、Ti に比べると若干特性が劣る)、これ以外の元素を使うと、結配向性が乱れたり、結晶粒径

- が肥大化して、保磁力の低下や媒体ノイズの増大を招き、好ましくない。
- 前記下地膜が基板に近い側から順に、Cr からなる第一下地膜、Cr、Nb、Mo、Ta、W、Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上で
- 5 さらに好ましい。我々の実験結果から、L21 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔に比べて著しく大きな二次元格子を有する Cr 合金下地膜を、L21 配向制御膜上に直接形成すると、L21 配向制御膜と下地膜の格子整合性が劣化して、下地膜の結晶配向性が悪くなり、さらに磁性膜の結晶配向性まで劣化することが判明した。そこで、L21 配向制御膜の上には Cr 第一下地膜を設け、
- 10 さらにこの上に Cr よりも大きな格子定数を有する第二下地膜を設ける二層下地膜構造としたところ、さらなる特性改善が確認された。

- さらに、図 6 に示すこのスピンプルブ効果を利用した磁気抵抗効果センサ 43 を用いたスピンプルブ型磁気ヘッドを用いた磁気ヘッドと実施例 2 の磁気記録媒体を適用し、図 7 に示す磁気記憶装置とする。この構成により、1
- 15 平方インチあたりの記録密度を 3 ギガビット以上に対応することができ、従来の磁気記憶装置に比べ 3 倍以上の記憶容量を持った高密度磁気記憶装置を実現することができた。また、記録再生信号処理系から最尤復号器を取り除き、従来の波形弁別回路に変えた場合にも従来に比べ 2 倍以上の記憶容量を持った磁気記憶装置を実現することができた。

20 【実施例 3】

本発明の実施例 3 における磁気ディスク媒体の構造及びその作成方法を述べる。

- 図 3 に示す実施例 1 と同様に、外径 65mm ϕ のガラス基板 30 に、基板温度 270°C、Ar ガス圧力 2.0mTorr、投入電力密度 0.7W/cm² とする成膜条件で、
- 25 DC マグネトロンスパッタリング法で Au 配向制御膜 31、31' を 100nm 形成した。次いで、同成膜条件の下、Cr 第一下地膜 32、32' を 20nm、Cr-30at.%Mo 第二

下地膜 33、33'を 20nm 形成し、Co-20at.%Cr-12at.%Pt-1.5at.%Ti 磁性膜 34、34'を 20nm 順次成膜した。最後に、C 保護層 35、35'として C を 5nm 形成した。ここで、元素の前に付した数字は各元素の濃度を示す。

また、比較例 3 として、Au 配向制御膜 31、31'の代わりに、Ni-50at.%Al 配向
5 制御膜 31、31'を形成した媒体作製した。本実施例の媒体に用いた配向制御膜の結晶構造は f.c.c. であるのに対し、比較例 3 の磁気ディスク媒体には B2 構造の配向制御膜を用いた。

図 1 3 に本実施例 3 と比較例 3 の面内に測定した磁気特性と媒体ノイズを示す。媒体ノイズは 250kFCI の信号を記録した時の値であり、実施例 3 の値を
10 1 として比較例 3 の値は相対値で示した。本実施例の媒体の方が保磁力 (H_c) が高く、媒体ノイズが低いことがわかる。また、保磁力角型比 (S^*) も本実施例の媒体の方が高く、分解能が良好となることが予想される。

図 1 4 に X 線回折で、CoCrPt 磁性膜の (10.0) 回折強度を測定した結果を示す。本実施例の媒体を 1 として相対値で示した。この値が大きいほど、磁性膜の
15 磁化容易軸が面内に配向している。本実施例の回折強度の方が強く、磁化容易軸が面内に配向している磁性粒子の数が多いことがわかる。また、実施例 3、比較例 3 の磁気ディスク媒体共に、CoCrPt 磁性膜の (11.0) 回折は得られず、磁性膜の結晶粒は非バイクリスタル構造となっていることが予想される。また、本実施例 3 で用いた媒体の配向制御膜に Al、Cu、Rh、Pd、Ag、Ir、Pt、
20 あるいはこれらの合金を用いた場合についても同様な結果が得られた。

本発明の配向制御膜を用いて、この上に形成される Cr 下地膜を (211) 配向させるためには、図 1 5 に示すように、この配向制御膜を (110) 配向させる必要がある。(110) 配向したときの二次元格子内の格子間隔は、Cr 下地膜 (211) の
25 二次元格子の格子間隔にほぼ一致する。このため、Cr 下地膜は (211)、さらには磁性膜は (10.0) がエピタキシャル成長し、磁性膜の結晶粒は非バイクリスタル構造となり、耐熱揺らぎ特性に優れた媒体となる。

配向制御膜は、Al、Cu、Rh、Pd、Ag、Ir、Pt、Au から選ばれた少なくとも 1 種の元素を 70at.%以上含む組成とすることが重要である。これらの元素はすべて単体で f. c. c. 構造を有するものであり、これらを組み合わせて合金化すると全率固溶系となるものが多く、この場合でも、実質的な結晶構造は f. c. c. となる。参考として、これらの元素を単体で用いたときの、二次元格子の横方向 ($\sqrt{2}a/2$)、縦方向 (a) の大きさを記す。ここで、記号 a は立方体の辺の長さを意味する。いずれも、下地膜が作る二次元格子の格子間隔に近い値を持っていることがわかる。また、ここで記載した以外の元素を添加する場合、結晶構造を乱さないためにも、その濃度は 30at.%以下とする必要がある。

5 10 15 20 25

他の元素を添加する目的としては、Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜との格子間隔の整合性を良くする、あるいは結晶粒を微細化することなどが挙げられる。本発明では配向制御膜の(110)が作る二次元格子の格子間隔と、この上に形成する Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜が作る二次元格子の格子間隔がほぼ一致することに着目し、エピタキシャル成長を利用して、下地膜を(211)配向させることにある。そのため、配向制御膜が実質的に f. c. c. 構造を有してさえいれば、本発明と同様な効果が得られ、Al、Cu、Rh、Pd、Ag、Ir、Pt、Au 以外の元素に、他の元素を 30at.%以下添加したものを用いても構わない。

これまで、f. c. c. 配向制御膜と磁性膜の間に Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を設けた場合について説明してきた。しかしながら、図 15 に示す f. c. c. 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔と、磁性膜の(10.0)が作る二次元格子の格子間隔が同程度であることから、f. c. c. 配向制御膜の上に直接磁性膜を形成しても問題はない。但し、Cr 下地膜を設けた場合に比べると、磁性膜の磁化容易軸の膜面内への配向性が若干劣化し、保磁力の低下や媒体ノイズの増大を招くことがある。

媒体の高保磁力化、及び低ノイズ化を目的に、一般には磁性膜には Pt、Ta、

- Ti、Nb 等の元素を添加する。この場合、h. c. p. 構造を有する磁性膜の格子定数は大きくなり、磁性膜の(10.0)面が作る二次元格子の格子間隔は大きくなる(図2ではCoの格子定数を例に記述してある)。そのため、磁性膜とf. c. c. 配向制御膜との格子整合性、あるいは磁性膜とCr下地膜との格子整合性が劣化するため、下地膜を合金化して格子定数を大きくする必要がある。
- 5 Crと5at.%以上50at.%以下のTi、Crと5at.%以上100at.%以下のMo、あるいはCr、Mo、Tiからなる下地膜とすることが、磁性膜の磁化容易軸の面内配向性を高める上で特に好ましい。但し、下地膜の結晶構造がb. c. c. であることが重要である。上記合金下地膜に用いられるCrとMoの合金はバルクの金属
- 10 の状態図から見ても全率固溶の関係にあり、その合金の結晶構造は常にb. c. c. であるため、任意の格子間隔を持つ結晶を作製する上で、扱いが容易で特に好ましい。また、CrとTiの合金を用いる場合には、下地膜の結晶粒を小さくし、その上に成長させる磁性膜の結晶粒径も小さくすることができるため、低ノイズ化の点で特に好ましい。しかし、Cr-Ti合金はTiがh. c. p.
- 15 の結晶構造を有するため、下地膜の組成の内、Tiは全体の50at.%以下とする必要がある。Cr、Mo、Tiからなる下地膜は上記Cr-Mo、Cr-Tiの性質をそれぞれの元素の濃度に応じて引き継いだものとなる。下地膜にCr、Mo、Ti以外の元素を使う場合には、Nb、Ta、Wを用いることが好ましく(但し、Cr、Mo、Tiに比べると若干特性が劣る)、これ以外の元素を使うと、結配向性が乱れ
- 20 たり、結晶粒径が肥大化して、保磁力の低下や媒体ノイズの増大を招き、好ましくない。

- 前記下地膜が基板に近い側から順に、Crからなる第一下地膜、Cr、Nb、Mo、Ta、W、Tiから選ばれた少なくとも1種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上で
- 25 さらに好ましい。我々の実験結果から、f. c. c. 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔に比べて著しく大きな二次元格子を有するCr合金下地膜を、

- f. c. c. 配向制御膜上に直接形成すると、f. c. c. 配向制御膜と下地膜の格子整合性が劣化して、下地膜の結晶配向性が悪くなり、さらに磁性膜の結晶配向性まで劣化することが判明した。そこで、f. c. c. 配向制御膜の上にはCr 第一下地膜を設け、さらにこの上にCr よりも大きな格子定数を有する第二下地膜
- 5 を設ける二層下地膜構造としたところ、さらなる特性改善が確認された。

さらに、図6に示すこのスピバルブ効果を利用した磁気抵抗効果センサ 43 を用いたスピバルブ型磁気ヘッドを用いた磁気ヘッドと実施例3の磁気記録媒体を適用し、図7に示す磁気記憶装置とする。この構成により、1平方インチあたりの記録密度を3ギガビット以上に対応することができ、従

10 来の磁気記憶装置に比べ3倍以上の記憶容量を持った高密度磁気記憶装置を実現することができた。また、記録再生信号処理系から最尤復号器を取り除き、従来の波形弁別回路に変えた場合にも従来に比べ2倍以上の記憶容量を持った磁気記憶装置を実現することができた。

〔実施例4〕

- 15 本発明の実施例4における磁気ディスク媒体の構造及びその作製方法を述べる。

図3に示す実施例1と同様に、外径65mm ϕ のガラス基板30に、基板温度270°C、Arガス圧力2.0mTorr、投入電力密度0.7W/cm²とする成膜条件で、DCマグネトロンスパッタリング法でNi-50at.%Al-2at.%B配向制御膜31、31'

20 を100nm形成した。次いで、同成膜条件の下、Cr 第一下地膜32、32'を20nm、Cr-30at.%Mo 第二下地膜33、33'を20nm形成し、Co-20at.%Cr-12at.%Pt-1.5at.%Ti磁性膜34、34'を20nm順次成膜した。最後に、C保護層35、35'としてCを5nm形成した。ここで、元素の前に付した数字は各元素の濃度を示す。

- 25 また、比較例4として、Ni-50at.%Al-2at.%B配向制御膜31、31'の代わりに、Ni-50at.%Al配向制御膜31、31'を形成した媒体を作製した。本実施例の媒体

に用いた配向制御膜には、B を 2at.% 添加したことに対し、比較例 4 の媒体には B が含まれていない。

図 16 に実施例 4 と比較例 4 の面内に測定した磁気特性と媒体ノイズを示す。

媒体ノイズは 250kFCI の信号を記録した時の値であり、実施例 4 の値を 1 と

- 5 して比較例 4 の値は相対値で示した。本実施例の媒体の方が保磁力 (H_c) は若干高く、媒体ノイズが低いことがわかる。また、保磁力角型比 (S^*) も本実施例の媒体の方が若干高く、分解能が良好となることが予想される。

図 17 に X 線回折で、CoCrPt 磁性膜の (10.0) 回折強度を測定した結果を示す。

本実施例の媒体を 1 として相対値で示した。この値が大きいほど、磁性膜の

- 10 磁化容易軸が面内に配向している。本実施例の回折強度の方が強く、磁化容易軸が面内に配向している磁性粒子の数が多いことがわかる。また、実施例 4、比較例 4 の磁気ディスク媒体共に、CoCrPt 磁性膜の (11.0) 回折は得られず、磁性膜の結晶粒は非バキリスタル構造となっていることが予想される。

次に、実施例 4 の媒体において、配向制御膜に添加する B 濃度を変えた実験

- 15 を行い、結果を図 18 に示す。ここで、グラフの横軸は B 添加濃度、縦軸は B 添加濃度を 2at.% としたときの媒体ノイズを 1 とする相対値で示す。グラフの横軸は対数表示のため、B 添加濃度が 0、すなわち B を添加しない媒体の値を表示できないため、0.001at.% の位置に B を添加しないときの値をプロットした。1 平方インチあたり 3 ギガビット以上の記録密度を実現するためには、
20 媒体ノイズを 1.3 以下にする必要があり、この条件を満たす B の添加濃度は 0.05 から 15at.% の範囲である。

また、配向制御膜 31、31' の金属材料を Al-50at.%Co、Al-50at.%Fe、Al-50at.%Pd、Co-50at.%Ga、Co-50at.%Fe、Co-50at.%Ti、Cu-50at.%Pd、Cu-50at.%Zn、Ga-50at.%Ni、Ga-50at.%Rh、Ru-50at.%Si と変え、これに B を 2at.% 添加しても

- 25 同様な結果が得られた。

これまで、B2 配向制御膜と磁性膜との間に、Cr あるいは Cr 合金下地膜を設

けた場合について説明してきた。しかしながら、B2 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔と、磁性膜が作る二次元格子の格子間隔が同程度であることから、B2 配向制御膜の上に直接磁性膜を形成しても問題はない。但し、Cr あるいは Cr 合金下地膜を設けた場合に比べると、磁性膜の磁化容易軸の膜面
5 内への配向性が若干劣化し、保磁力の低下や媒体ノイズの増大を招くことがある。

媒体の高保磁力化、及び低ノイズ化を目的に、一般には磁性膜には Pt、Ta、Ti、Nb 等の元素を添加する。この場合、h. c. p. 構造を有する磁性膜の格子定数は大きくなり、磁性膜の(10.0)面が作る二次元格子の格子間隔は大きくなる。そのため、磁性膜と B2 配向制御膜との格子整合性、あるいは Cr 下地膜との格子整合性が劣化するため、下地膜を合金化して格子定数を大きくする必要がある。Cr と 5at.%以上 50at.%以下の Ti、Cr と 5at.%以上 100at.%以下の Mo、あるいは Cr、Mo、Ti からなる下地膜とすることが、磁性膜の磁化容易軸の面内配向性を高める上で特に好ましい。但し、下地膜の結晶構造が
10 b. c. c. であることが重要である。上記合金下地膜に用いられる Cr と Mo の合金はバルクの金属の状態図から見ても全率固溶の関係にあり、その合金の結晶構造は常に b. c. c. であるため、任意の格子間隔を持つ結晶を作製する上で、扱いが容易で特に好ましい。また、Cr と Ti の合金を用いる場合には、下地膜の結晶粒を小さくし、その上に成長させる磁性膜の結晶粒径も小さくすることが
15 できるため、低ノイズ化の点で特に好ましい。しかし、Cr-Ti 合金は Ti が h. c. p. の結晶構造を有するため、下地膜の組成の内、Ti は全体の 50at.%以下とする必要がある。Cr、Mo、Ti からなる下地膜は上記 Cr-Mo、Cr-Ti の性質をそれぞれの元素の濃度に応じて引き継いだものとなる。下地膜に Cr、Mo、Ti 以外の元素を使う場合には、Nb、Ta、W を用いることが好ましく（但し、Cr、Mo、Ti に比べると若干特性が劣る）、これ以外の元素を使うと、結
20 配向性が乱れたり、結晶粒径が肥大化して、保磁力の低下や媒体ノイズの増

大を招き、好ましくない。

前記下地膜が基板に近い側から順に、Cr からなる第一下地膜、Cr、Nb、Mo、Ta、W、Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることが、磁性膜の磁化容易軸を膜面内に配向させる上でさらに好ましい。我々の実験結果から、B2 配向制御膜が作る二次元格子の格子間隔に比べて著しく大きな二次元格子を有する Cr 合金下地膜を、B2 配向制御膜上に直接形成すると、B2 配向制御膜と下地膜の格子整合性が劣化して、下地膜の結晶配向性が悪くなり、さらに磁性膜の結晶配向性まで劣化することが判明した。そこで、B2 配向制御膜の上には Cr 第一下地膜を設け、さらにこの上に Cr よりも大きな格子定数を有する第二下地膜を設ける二層下地膜構造としたところ、さらなる特性改善が確認された。

さらに、図 6 に示すこのスピバルブ効果を利用した磁気抵抗効果センサ 43 を用いたスピバルブ型磁気ヘッドを用いた磁気ヘッドと実施例 4 の磁気記録媒体を適用し、図 7 に示す磁気記憶装置とする。この構成により、1 平方インチあたりの記録密度を 3 ギガビット以上に対応することができ、従来の磁気記憶装置に比べ 3 倍以上の記憶容量を持った高密度磁気記憶装置を実現することができた。また、記録再生信号処理系から最尤復号器を取り除き、従来の波形弁別回路に変えた場合にも従来に比べ 2 倍以上の記憶容量を持った磁気記憶装置を実現することができた。

20

産業の利用可能性

本発明により、高保磁力、低ノイズでしかも熱揺らぎの影響が小さな磁気記録媒体を実現できる。

さらに、この磁気記録媒体と磁気抵抗効果を利用した再生専用の素子を有する磁気ヘッドとを組み合わせることによって、1 平方インチあたり 3 ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置が得られる。

25

請 求 の 範 囲

1. 基板上に少なくともTiを35at.%以上65at.%以下、Alを35at.%以上65at.%
以下含む配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくはCrあるい
はCr合金からなる下地膜を介して、Co合金磁性膜が形成されたことを特徴
5 とする磁気記録媒体。
2. 前記配向制御膜が実質的にL10型(AuCu I型)の結晶構造を有すること
を特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。
3. 基板上に実質的にL10型(AuCu I型)の結晶構造を有する配向制御膜が
形成され、該配向制御膜上に直接、もしくはCrあるいはCr合金からなる下
10 地膜を介して、Co合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。
4. 前記下地膜が前記基板に近い側から順に、Crからなる第一下地膜、Cr、
Nb、Mo、Ta、W、Tiから選ばれた少なくとも1種の元素を含む第二下地膜か
らなる二層下地膜構造とすることを特徴とする請求項1から3記載の磁気記
録媒体。
- 15 5. 前記下地膜と磁性膜との間に、Coに少なくともCrを25at.%以上添加し
た材料からなる中間膜を設けたことを特徴とする請求項1から4記載の磁気
記録媒体。
6. 基板上にA群(Ni, Co)から選ばれた元素を30から60at.%と、Alを
20から30at.%と、B群(Ti, Zr)から選ばれた元素を20から30at.%含む
20 配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくはCrあるいはCr合
金からなる下地膜を介して、Co合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁
気記録媒体。
7. 前記配向制御膜が実質的にL21型(Cu₂AlMn型)の結晶構造を有するこ
とを特徴とする請求項6記載の磁気記録媒体。
- 25 8. 基板上に実質的にL21型(Cu₂AlMn型)の結晶構造を有する配向制御膜
が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくはCrあるいはCr合金からなる

下地膜を介して、Co 合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。

9. 前記下地膜が前記基板に近い側から順に、Cr からなる第一下地膜、Cr, Nb, Mo, Ta, W, Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることを特徴とする請求項 6 から 8 記載の磁気記

5 録媒体。

10. 前記下地膜と磁性膜との間に、Co に少なくとも Cr を 25at.% 以上添加した材料からなる中間膜を設けたことを特徴とする請求項 6 から 9 記載の磁気記録媒体。

11. 基板上に Al, Cu, Rh, Pd, Ag, Ir, Pt, Au から選ばれた少なくとも 1 種の元素を 70at.% 以上含む配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくは Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。

12. 前記配向制御膜が実質的に f. c. c. 型の結晶構造を有することを特徴とする請求項 11 記載の磁気記録媒体。

13. 基板上に実質的に f. c. c. 型の結晶構造を有する配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくは Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。

14. 前記下地膜が前記基板に近い側から順に、Cr からなる第一下地膜、Cr, Nb, Mo, Ta, W, Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることを特徴とする請求項 11 から 13 記載の磁気記録媒体。

15. 前記下地膜と磁性膜との間に、Co に少なくとも Cr を 25at.% 以上添加した材料からなる中間膜を設けたことを特徴とする請求項 11 から 14 記載の磁気記録媒体。

16. 基板上に少なくとも B が含まれた B2 (CsCl) 結晶構造を有する配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくは Cr あるいは Cr 合金から

なる下地膜を介して、Co 合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。

17. 前記配向制御膜に含まれる B の濃度が 0.05at.%以上 15at.%以下であることを特徴とする請求項 16 記載の磁気記録媒体。

- 5 18. 前記配向制御膜が Al-Co, Al-Fe, Al-Ni, Al-Pd, Co-Ga, Co-Fe, Co-Ti, Cu-Pd, Cu-Zn, Ga-Ni, Ga-Rh, Ru-Si から選ばれた少なくとも 1 種を主成分とする合金からなることを特徴とする請求項 16 及び 17 記載の磁気記録媒体。

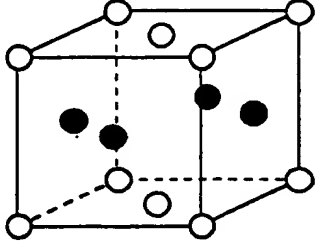
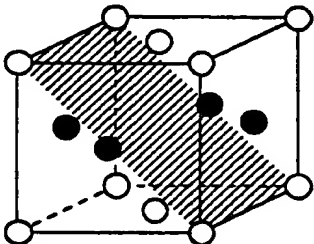
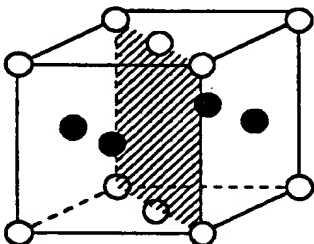
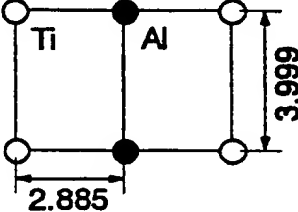
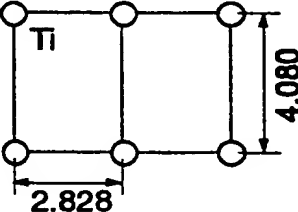
19. 前記下地膜が前記基板に近い側から順に、Cr からなる第一下地膜, Cr,
10 Nb, Mo, Ta, W, Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることを特徴とする請求項 16 から 18 記載の磁気記録媒体。

20. 前記下地膜と磁性膜との間に、Co に少なくとも Cr を 25at.%以上添加した材料からなる中間膜を設けたことを特徴とする請求項 16 から 19 記載
15 の磁気記録媒体。

21. 磁気記録媒体と、該磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部からなる磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを前記磁気記録媒体に対して相対的に運動させる手段と、該磁気ヘッドに対する入力信号及び出力信号を波形処理する記録再生信号処理手段とを含む磁気記憶装置において、前
20 記磁気記録媒体が請求項 1 から 20 のいずれか記載の磁気記録媒体で構成され、かつ、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型の素子で構成されたことを特徴とする磁気記憶装置。

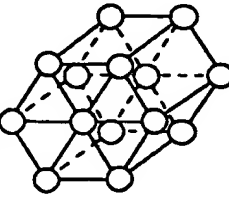
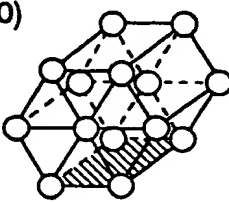
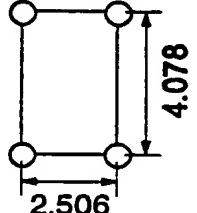
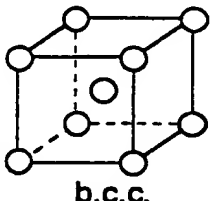
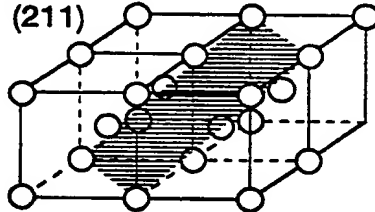
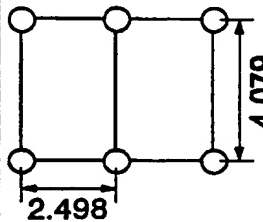
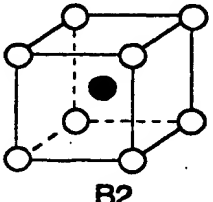
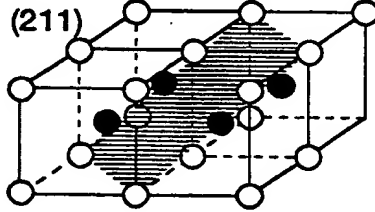
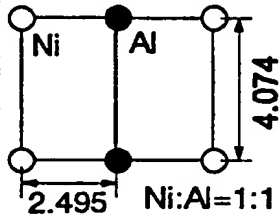
1 / 14

図 1

結晶構造	基板と平行に成長する面 (配向面)	二次元格子
<p>L₁₀型構造</p> <p>TiAl₅₀</p> <p>a=3.999Å c=4.080Å</p> <p>○ Ti原子 ● Al原子</p>  <p>基本格子内の原子数 Ti原子：2個 Al原子：2個</p> <p>基本格子内の元素 構成比率 Ti:Al:=1:1</p>	<p>(101), (011)</p>  <p>(110)</p> 	 <p>Ti:Al=1:1</p> <p>この配向は困難</p>  <p>Ti only or Al only</p>

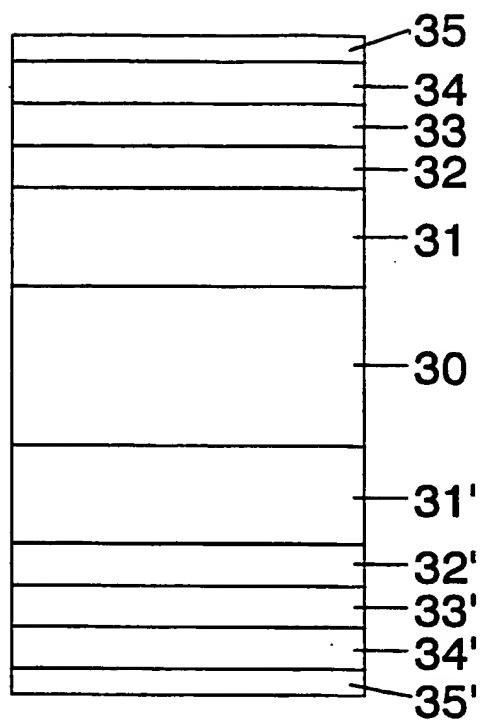
2 / 14

図 2

	結晶構造	基板と平行に成長する面 (配向面)	二次元格子
磁性膜 Co $a=2.506\text{\AA}$ $c=4.078\text{\AA}$	 h.c.p.	(10.0) 	 2.506 4.078
下地膜 Cr $a=2.884\text{\AA}$	 b.c.c.	(211) 	 2.498 4.079
B2配向 制御膜 NiAl ₅₀ $a=2.881\text{\AA}$	 B2	(211) 	 2.495 4.074 $\text{Ni:Al}=1:1$

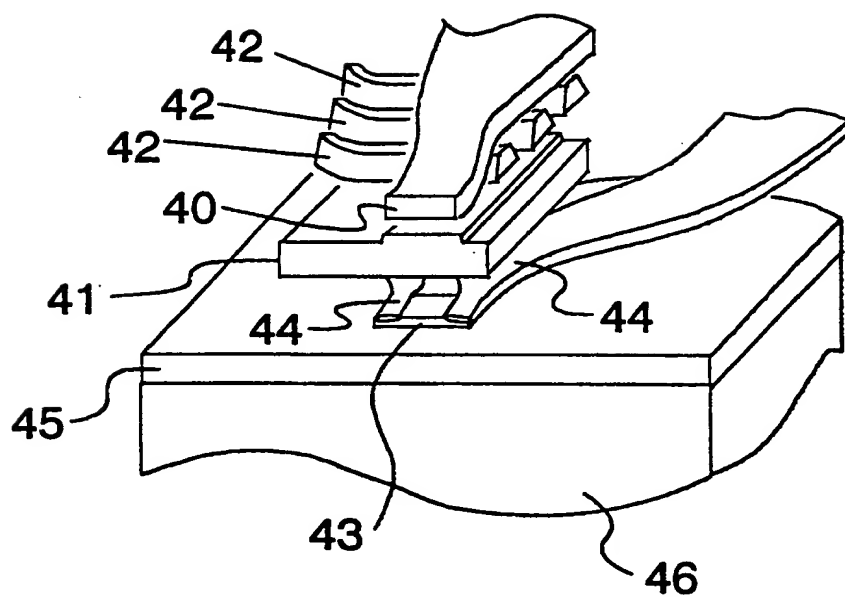
3 / 1 4

☒ 3



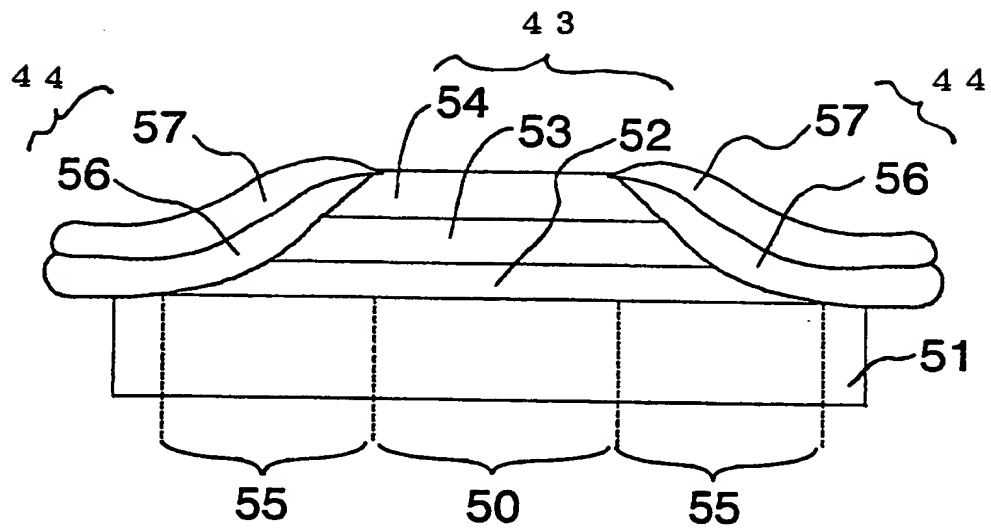
4 / 1 4

図 4



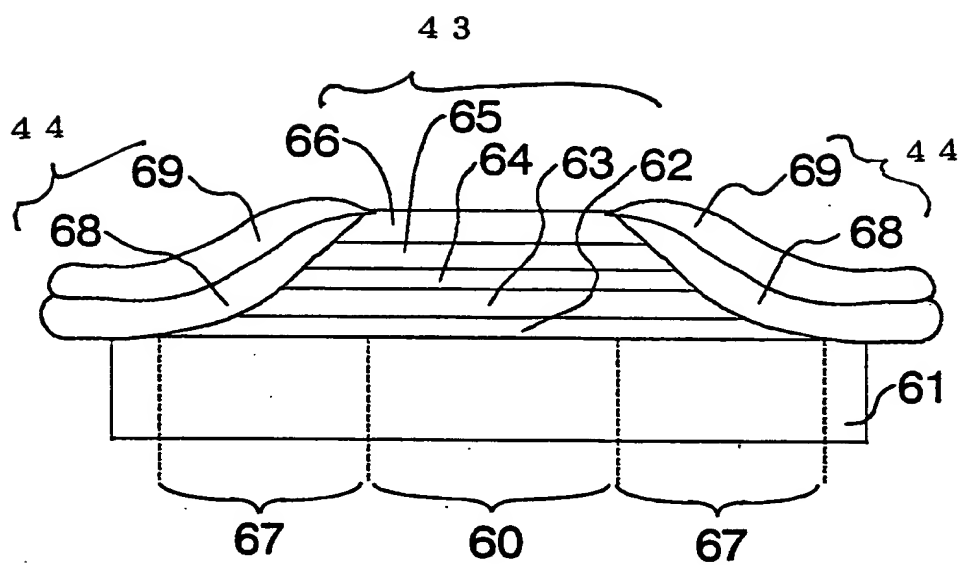
5 / 1 4

⊗ 5



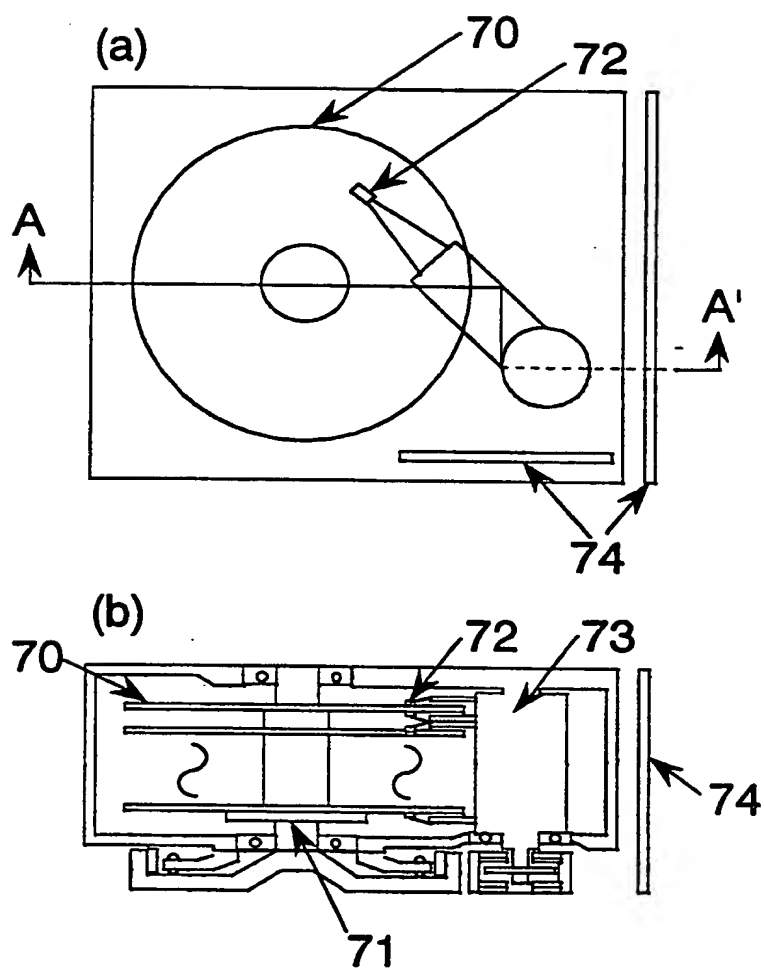
6 / 1 4

図 6



7 / 14

図 7



8 / 14

図 8

	Hc [kOe]	S*	媒体ノイズ
実施例1	3.8	0.85	1.0
比較例1	3.0	0.70	2.0

図 9

	磁性膜(10.0)回折強度
実施例1	1.0
比較例1	0.7

9 / 14

図 1 0

	Hc [kOe]	S*	媒体ノイズ
実施例 ₂	3.8	0.85	1.0
比較例 ₂	3.0	0.70	2.0

図 1 1

	磁性膜(10.0)回折強度
実施例 ₂	1.0
比較例 ₂	0.7

10/14

図12

結晶構造・・・L2₁ターゲット材料（例）・・・NiAl₂₅Ti₂₅(a=5.87Å)

・ 基本格子内の原子数

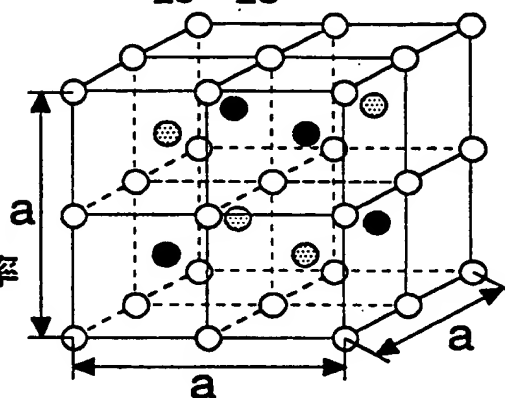
Ni原子：8個

Al原子：4個

Ti原子：4個

・ 基本格子内の元素構成比率

Ni:Al:Ti=2:1:1

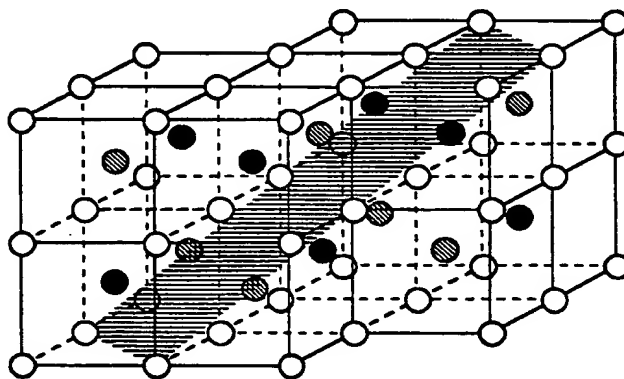


基板と平行に成長する面（配向面）・・・(211)

○ Ni原子

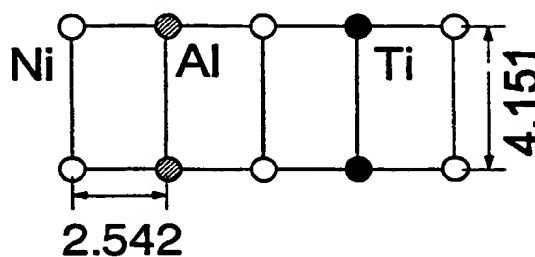
● Al原子

● Ti原子



二次元格子

原子構成比率・・・Ni:Al:Ti=2:1:1



11/14

図13

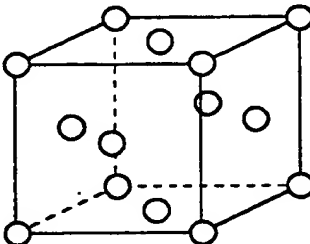
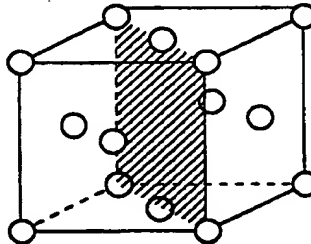
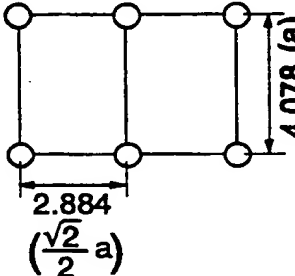
	Hc [kOe]	S*	媒体ノイズ
実施例 3	3.5	0.80	1.0
比較例 3	3.0	0.70	1.7

図14

	磁性膜(10.0)回折強度
実施例 3	1.0
比較例 3	0.7

1 2 / 1 4

図 1 5

結晶構造	基板と平行に成長する面 (配向面)	二次元格子
f.c.c. 構造 Au $a=4.078\text{\AA}$ 	(110) 	

元素	a [\AA]	$\frac{\sqrt{2}}{2} a$ [\AA]
Al	4.051	2.864
Cu	3.615	2.556
Rh	3.803	2.689
Pd	3.890	2.751
Ag	4.086	2.889
Ir	3.839	2.715
Pt	3.923	2.774
Au	4.078	2.884

13/14

図16

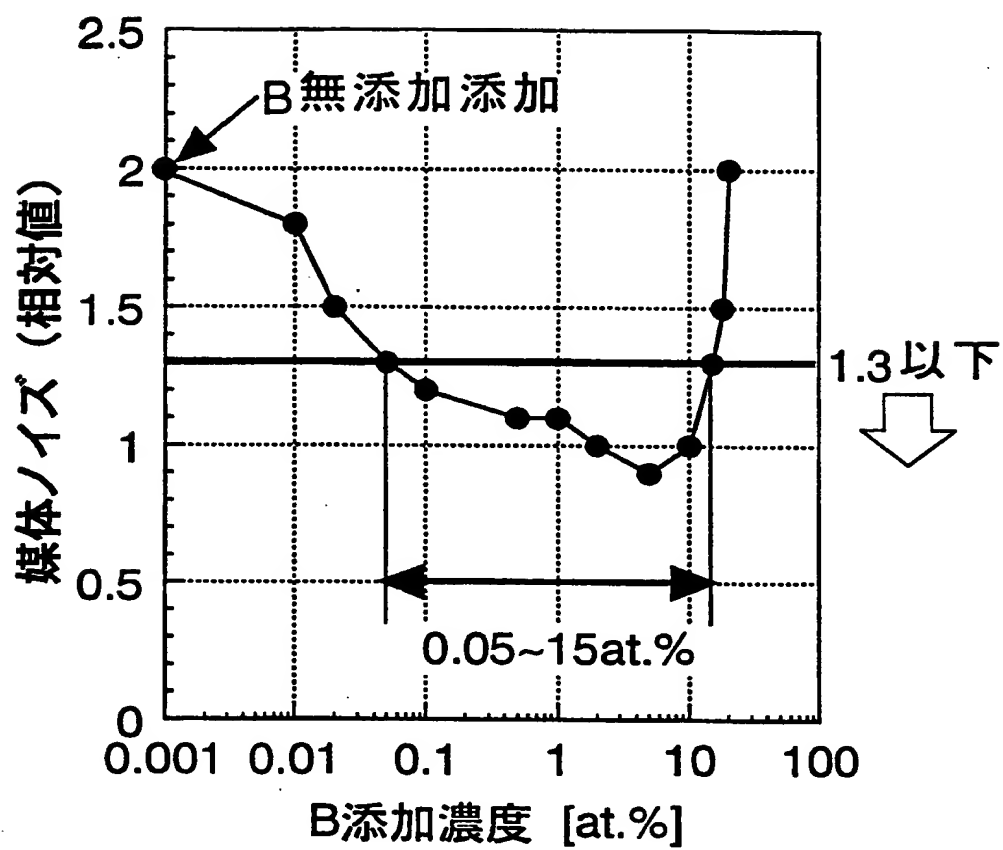
	Hc [kOe]	S*	媒体ノイズ
実施例 †	3.2	0.80	1.0
比較例 †	3.0	0.70	2.0

図17

	磁性膜(10.0)回折強度
実施例 †	1.0
比較例 †	0.8

14/14

図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/01679

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ G11B5/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ G11B5/66Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 6-096431, A (Hitachi Metals, Ltd.), 8 April, 1994 (08. 04. 94) (Family: none)	13, 21
Y		14
Y	JP, 9-016937, A (Hoya Corp.), 17 January, 1997 (17. 01. 97) & EP, 751501, A1 & US, 5824427, A	14
A	JP, 10-112017, A (Fuji Electric Co., Ltd.), 28 April, 1998 (28. 04. 98) & DE, 19744348, A1	1-21
A	JP, 9-259418, A (Fuji Electric Co., Ltd.), 3 October, 1997 (03. 10. 97) & DE, 19711733, A1 & US, 5851628, A	1-21
A	US, 5693426, A (Lee et al.), 2 December, 1997 (02. 12. 97) & EP, 704839, A1	1-21

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
3 June, 1999 (03. 06. 99)Date of mailing of the international search report
15 June, 1999 (15. 06. 99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 6 G11B5/66

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 6 G11B5/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-1999年
日本国登録実用新案公報 1994-1999年
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 6-096431, A (日立金属株式会社) 8. 4月. 1994 (08. 04. 94)	13, 21
Y	(ファミリーなし)	14
Y	J P, 9-016937, A (ホーヤ株式会社) 17. 1月. 1997 (17. 01. 97) & EP, 751501, A1 & US, 5824427, A	14
A	J P, 10-112017, A (富士電機株式会社) 28. 4月. 1998 (28. 04. 98) & DE, 19744348, A1	1-21

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 06. 99

国際調査報告の発送日

15.06.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中村 豊

5D

9645

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

REC-2 3 AUG 1999

WIPO PCT

P C T

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)

[PCT36条及びPCT規則70]

出願人又は代理人 の書類記号 319900203971	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 99/01679	国際出願日 (日.月.年) 31.03.99	優先日 (日.月.年)
国際特許分類 (IPC) Int. Cl.: 6 G11B5/66		
出願人 (氏名又は名称) 株式会社日立製作所		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。 <input checked="" type="checkbox"/> この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。 (PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照) この附属書類は、全部で 2 ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。 I <input checked="" type="checkbox"/> 国際予備審査報告の基礎 II <input type="checkbox"/> 優先権 III <input type="checkbox"/> 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成 IV <input type="checkbox"/> 発明の単一性の欠如 V <input checked="" type="checkbox"/> PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明 VI <input type="checkbox"/> ある種の引用文献 VII <input type="checkbox"/> 国際出願の不備 VIII <input type="checkbox"/> 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 14.06.99	国際予備審査報告を作成した日 04.08.99	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中村 豊 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5 D 9645

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-26 ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 1-10, 12, 14-21 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 11, 13 項、 23. 07. 99 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-14 ページ、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 1-21 有
請求の範囲 無

進歩性(IS)

請求の範囲 1-21 有
請求の範囲 無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-21 有
請求の範囲 無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

- 文献1 JP, 6-096431, A (日立金属株式会社)
8. 4月. 1994 (08. 04. 94)
文献2 JP, 9-016937, A (ホーヤ株式会社)
17. 1月. 1997 (17. 01. 97)

国際調査報告において引用した上記文献1、2について。

文献1には、非磁性基板上にCr等の下地膜、Co合金系磁性膜、保護膜を積層させてなる磁気記録媒体において、非磁性基板とCr等の下地膜の間にCu等のf.c.c.構造の元素を主とする金属膜を設けた磁気記録媒体が記載されているが、該金属膜の結晶配向の方向が本願発明と相違する。

また、文献2には、磁性層の下地として、Cr層とCrMo層を積層したものを用いて磁性膜と下地膜の結晶格子定数の整合性を高めることが記載されているが、配向制御膜を設けることについては記載がない。

下地膜を介して、Co 合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。

9. 前記下地膜が前記基板に近い側から順に、Cr からなる第一下地膜、Cr, Nb, Mo, Ta, W, Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることを特徴とする請求項 6 から 8 記載の磁気記録媒体。

10. 前記下地膜と磁性膜との間に、Co に少なくとも Cr を 25at.% 以上添加した材料からなる中間膜を設けたことを特徴とする請求項 6 から 9 記載の磁気記録媒体。

11. ^(補正後) 基板上に Al, Cu, Rh, Pd, Ag, Ir, Pt, Au から選ばれた少なくとも 1 種の元素を 70at.% 以上含み (110) 配向を含む配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくは Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。

12. 前記配向制御膜が実質的に f. c. c. 型の結晶構造を有することを特徴とする請求項 11 記載の磁気記録媒体。

13. ^(補正後) 基板上に実質的に f. c. c. 型の結晶構造を有し (110) 配向を含む配向制御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくは Cr あるいは Cr 合金からなる下地膜を介して、Co 合金磁性膜が形成されたことを特徴とする磁気記録媒体。

14. 前記下地膜が前記基板に近い側から順に、Cr からなる第一下地膜、Cr, Nb, Mo, Ta, W, Ti から選ばれた少なくとも 1 種の元素を含む第二下地膜からなる二層下地膜構造とすることを特徴とする請求項 11 から 13 記載の磁気記録媒体。

15. 前記下地膜と磁性膜との間に、Co に少なくとも Cr を 25at.% 以上添加した材料からなる中間膜を設けたことを特徴とする請求項 11 から 14 記載の磁気記録媒体。

16. 基板上に少なくとも B が含まれた B2 (CsCl) 結晶構造を有する配向制

御膜が形成され、該配向制御膜上に直接、もしくはCrあるいはCr合金から

5

10

15

20

25

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)
[PCT 18 条、PCT 規則43、44]

出願人又は代理人 319900 の書類記号 203971	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 99/01679	国際出願日 (日.月.年) 31.03.99	優先日 (日.月.年)
出願人 (氏名又は名称) 株式会社日立製作所		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (PCT 18 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は

☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (PCT 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 6 G11B5/66

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 6 G11B5/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 6-096431, A (日立金属株式会社) 8. 4月. 1994 (08. 04. 94)	13, 21
Y	(ファミリーなし)	14
Y	J P, 9-016937, A (ホーヤ株式会社) 17. 1月. 1997 (17. 01. 97) & EP, 751501, A1 & US, 5824427, A	14
A	J P, 10-112017, A (富士電機株式会社) 28. 4月. 1998 (28. 04. 98) & DE, 19744348, A1	1-21

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 03. 06. 99

国際調査報告の発送日 15.06.99

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 中村 豊

5D 9645

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 9-259418, A (富士電機株式会社) 3. 10月. 1997 (03. 10. 97) & DE, 19711733, A1 & US, 5851628, A	1-21
A	US, 5693426, A (Lee et al.) 2. 12月. 1997 (02. 12. 97) & EP, 704839, A1	1-21

47
10/01/99
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 319900203971	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/01679	International filing date (<i>day/month/year</i>) 31 March 1999 (31.03.99)	Priority date (<i>day/month/year</i>)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G11B 5/66		
Applicant HITACHI, LTD.		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>2</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 14 June 1999 (14.06.99)	Date of completion of this report 04 August 1999 (04.08.1999)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/01679

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-26 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-10,12,14-21 _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____ 11,13 _____, filed with the letter of _____ 23 July 1999 (23.07.1999)
- ☒ the drawings:
pages _____ 1-14 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/01679

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-21	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-21	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-21	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Document 1 JP, 6-096431, A (Hitachi Metals, Ltd.)
8 April 1994 (08.04.94)

Document 2 JP, 9-016937, A (Hoya Corp.)
17 January 1997 (17.01.97)

Regarding documents 1 and 2, cited in the ISR:

Document 1 describes a magnetic recording medium made by laminating onto a non-magnetic substrate an underlying film of Cr or the like, a magnetic film of a Co alloy, and a protective film, wherein a metal film comprising chiefly Cu or another element with a f.c.c. crystal structure is provided between the non-magnetic substrate and the underlying film of Cr or the like. However, the crystalline alignment direction of that metal film is different from the crystalline alignment direction of the metal film in the present invention.

Document 2 describes the idea of increasing the conformity of the crystal lattice constants between the magnetic film and the underlying film by using a Cr layer and a CrMo layer to underlie the magnetic layer, but it does not describe providing an alignment control film.

PATENT COOPERATION TREATY

EO/US
PCT/JP99/01679

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing:

12 October 2000 (12.10.00)

International application No.:

PCT/JP99/01679

Applicant's or agent's file reference:

319900203971

International filing date:

31 March 1999 (31.03.99)

Priority date:

Applicant:

YAMAMOTO, Tomoo et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

14 June 1999 (14.06.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.38